ESTUDIO DE LA FERTILIZACION MINERAL CON NPK EN PLANTAS DE PAPA VARIEDAD DESIREE CULTIVADAS EN LA FASE DE AISLADOR

L. Pijeira y Eolia Treto
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas

Palabras claves: *Fertilizantes NPK, papa, Solanum tuberosum, aislamiento*

ABSTRACT. This research study was aimed at studying mineral NPK fertilization of mother plants and plants growing in press motes at the isolator phase, with Desirée cv., planted on a substrate made up of cattle manure, soil and sand at a rate of 2:1:1. Seven experiments were performed over three seasons, using a randomized block design with four replicates. The first and second experiments consisted of the following treatments: $N_0P_0K_0$; PK; NK; NP; NPK with mother plants and cuttings in press motes respectively, whereas the third and fourth ones were made with plants from cuttings and laboratory seedlings, where urea was sprayed at different times: 8, 10, 12 or 14 days after planting. Experiments 5 and 6 concerned growing doses of P_2O_5 (0, 80, 160, 240 or 360 kg ha^{-1}) using plants from cuttings and laboratory seedlings. Experiment 7 tested growing doses of P_2O_5 (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 or 140 kg ha^{-1}) with plants cultivated in press motes. It was observed that by adding P at the rate of 80 kg P_2O_5 ha^{-1} to the substrate or leaf urea at 1 % (30 kg ha^{-1}) 8 days after planting or after each cut, cutting number increased in mother plants. When applying leaf urea 8 days after planting and 120 kg P_2O_5 ha^{-1}, more vigorous and higher quality plants were achieved in press motes. It was determined that K fertilization is not necessary to be applied at this production phase.

RESUMEN. Para estudiar la fertilización mineral con N, P y K de plantas madres y plantas cultivadas en motas prensadas en la fase de aislador, se utilizó la variedad de papa Desirée, plantada sobre un sustrato compuesto por estiércol vacuno, suelo y arena en proporción 2:1:1. Se realizaron siete experimentos durante tres campañas, utilizando un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas. El primero y segundo experimentos contenían los siguientes tratamientos: $N_0P_0K_0$; PK; NK; NP; NPK, con plantas madres y esquejes en motas prensadas. El tercero y el cuarto se realizaron con plantas logradas a partir de esquejes y plántulas de laboratorio, donde se probaron aspersiones de urea en diferentes momentos: 8, 10, 12 ó 14 días después de la plantación. Los experimentos 5 y 6 sobre dosis crecientes de P_2O_5 (0, 80, 160, 240 ó 360 kg ha^{-1}) se plantaron con plantas de corte, logradas a partir de esquejes y plántulas de laboratorio. El experimento 7 probó dosis crecientes de P_2O_5 (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 ó 140 kg ha^{-1}) con plantas cultivadas en motas prensadas. Se observó que la adición de fósforo al sustrato en dosis de 80 kg de $P_2O_5.ha^{-1}$, así como la aplicación de urea foliar al 1 % (30 kg por ha) a los 8 días después de la plantación y 8 días posteriores a cada corte, aumentaron el número de esquejes en plantas madres. Con la aplicación de urea foliar a los 8 días después de la plantación y 120 kg de P_2O_5 ha^{-1}, se obtuvieron plantas de mayor vigor y calidad cultivadas en motas prensadas. Se determinó que no es necesaria la aplicación de fertilizante potásico en esta fase de producción.

INTRODUCCION

Los métodos tradicionales para propagar vegetativamente el tubérculo-semilla de papa, permiten una tasa de multiplicación muy baja, ya que un tubérculo produce entre 3 y15 tubérculos semillas, según Bryan, Jackson y Meléndez (1981). Además, por esta vía estos son propensos a la infección acumulativa por bacterias, hongos, virus y viroides, proceso que es conocido por degeneración (Tovar *et al.*, 1985).

Actualmente, en muchos países productores de papa se emplean programas de multiplicación acelerada de semilla, con la utilización de la técnica de cultivo *in vitro*, lográndose una propagación rápida y a gran escala, con alta calidad del material obtenido.

Desde 1980, en Cuba se trabaja con el fin de satisfacer la demanda nacional de semilla de papa, a través de un programa de multiplicación acelerada, que cuenta con las siguientes fases: cámara, aisladores y túneles.

Previendo que la nutrición puede ser un factor limitante en la producción de esquejes, se realizó el presente trabajo en la fase de aisladores, con el obje-

tivo de definir la fertilización mineral con N, P y K para plantas madres y plantas cultivadas en motas prensadas de materia orgánica.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se desarrollaron desde octubre de 1987 hasta abril de 1989, en el Centro Experimental de la Papa, ubicado en Santiago de las Vegas, donde las plantas de la variedad Desirée crecieron en casa de cristal a temperaturas entre 22 y 28 ^{0}C y un período de duración del día de 16 horas luz, sobre un sustrato preparado con estiércol vacuno, suelo Ferralítico Rojo y arena en proporción 2:1:1 con la siguiente caracterización química:

M.O. (%)	31
pH (H_2O)	6.8
P. Oniani (ppm)	193
K (cmol.kg^{-1})	1.37
Ca (cmol.kg^{-1})	35.8
Mg (cmol.kg^{-1})	6.5

Los métodos para el análisis del sustrato fueron: fósforo y potasio por Oniani, materia orgánica por Walkley y Black; Ca y Mg, extracción con acetato de amonio y determinación por absorción atómica.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas, contando con los siguientes tratamientos por experimento.

Experimentos 1 y 2: Efectos de la fertilización mineral en plantas de corte y motas prensadas

Con el objetivo de conocer la respuesta a la fertilización mineral con NPK, se colocaron plántulas de laboratorio (experimento 1) y esquejes en motas prensadas (experimento 2) con los siguientes tratamientos: $N_0P_0K_0$, PK, NK, NP y NPK.

Las dosis de fertilizante aplicadas fueron equivalentes a 150, 190 y 250 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente, usando como portadores: nitrato de amonio, superfosfato sencillo y sulfato de potasio.

Los cortes de esquejes se realizaron quince días después de la plantación, tomándose las siguientes mediciones y observaciones: altura de la planta en centímetros (experimentos 1 y 2) y masa seca en miligramos por planta (experimento 2).

Experimentos 3 y 4: Estudio del momento de aplicación de la urea foliar en plantas de corte, logradas a partir de esquejes y plántulas de laboratorio.

Para estudiar el momento óptimo de la fertilización nitrogenada, se plantaron esquejes (experimento 3) y plántulas de laboratorio (experimento 4) con los siguientes tratamientos: urea foliar al 1 % (equivalente a 30 kg/ha) a los 8, 10, 12, ó 14 días después de la plantación, aplicando un fondo fijo de 100 kg de P_2O_5 por hectárea al sustrato previo a la plantación. Además, se incluyó un tratamiento testigo sin urea, pero con 100 kg de P_2O_5 por hectárea, así como otro testigo sin urea y sin fósforo.

A las plantas madres se les realizaron tres cortes de esquejes, con periodicidad quincenal y posterior a cada corte se repitieron los tratamientos de urea foliar.

Las mediciones y observaciones realizadas fueron: masa seca acumulada en miligramo por esqueje para cada corte efectuado, número de esquejes por planta para cada corte y totales.

Experimentos 5 y 6: Estudio de dosis crecientes de P_2O_5

El material de plantación consistió en esquejes (experimento 5) y plántulas de laboratorio (experimento 6).

Los tratamientos utilizados consistieron en dosis equivalentes a: 0, 80, 160, 240 ó 360 kg de P_2O_5/ha, aplicadas al sustrato en el momento de la siembra en forma de superfosfato sencillo. Se incluyó además un testigo de producción sin fósforo y sin urea. La fertilización nitrogenada se realizó aplicando urea foliar al1% (equivalente a 30 kg por ha) a los 8 días después de la plantación. Las mediciones y observaciones se realizaron de forma similar a las de los experimentos 3 y 4.

Experimento 7: Estudio de dosis crecientes de P_2O_5

Se plantaron esquejes en motas prensadas, utilizando dosis de fósforo equivalentes a 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 ó 140 kg de P_2O_5 por hectárea, aplicado en forma de superfosfato sencillo en el momento de la preparación de las motas. El nitrógeno se aplicó en forma de urea foliar al 1 % a los 8 días después de la plantación y no se hizo aplicación de fertilizante potásico.

Las mediciones y observaciones realizadas a los 15 días después de la plantación fueron: altura de la planta (cm) y masa seca acumulada (mg) por planta.

Los datos experimentales fueron procesados mediante análisis de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan, en los casos donde hubo diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

1- Estudio de la fertilización mineral con NPK en plantas madres y plantas en motas prensadas

Los resultados que aparecen en la tabla I muestran que los mayores daños en la altura y el número de hojas de las plantas se produjeron en el tratamiento sin fertilizante fosfórico, sin diferencias significativas con el tratamiento $N_0P_0K_0$. Se observó que en el tratamiento PK se produjeron efectos en el crecimiento de las plantas en menor cuantía que en el NK; el tratamiento NP tuvo un comportamiento similar al NPK, correspondiendo a estos los valores medio más elevados de las variables estudiadas.

Tabla I. Efecto de la fertilización mineral con NPK en plantas madres y plantas en motas prensadas. (Experimento 1)

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Número de hojas por planta
$N_0P_0K_0$	05.7 c	4.0
P K	7.5 b	5.6
N K	5.5 c	3.7
N P	10.0 a	6.8
N P K	9.8 a	6.4
E.S. $\bar{x}$	0.4 ***	0.2 ***

Medias con letras comunes no difieren significativamente, según prueba de rango múltiple de Duncan, para $p < 0.05$

Se concluyó que el elemento más limitante en el crecimiento vegetativo de las plantas fue el fósforo, seguido por el nitrógeno, mientras que la ausencia de fertilizante potásico no produjo ningún efecto.

Este comportamiento pudiera ser explicado por el papel que juega el fósforo en la estimulación del sistema radical de la planta (Devlin, 1975), por lo que contenidos de P_2O_5 suficientes en el sustrato garantizan su mayor desarrollo, favoreciendo la extracción de nutrientes y el crecimiento vegetativo de la planta.

La no respuesta al fertilizante potásico puede deberse a los contenidos altos presentes en el sustrato.

Los estudios con plantas que crecieron en motas prensadas de materia orgánica (Tabla II) mostraron que, aunque la fertilización mineral no influyó sobre la altura de la planta, la acumulación de masa seca estuvo afectada por la carencia de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos, encontrándose un efecto depresivo producido por la fertilización potásica.

Tabla II. Efecto de la fertilización mineral sobre el crecimiento vegetativo de las plantas cultivadas en motas prensadas. (Exp. 2)

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Masa seca (mg/ planta)
$N_0P_0K_0$	9.7	25 c
P K	8.3	25 c
N K	8.5	33 b
N P	9.3	39 a
N P K	9.2	34 b
E.S. $\bar{x}$	0.63 NS	1.7 ***

Medias con letras comunes no difieren significativamente, según prueba de rango múltiple de Duncan, para $p < 0.05$

2– Estudio del momento de aplicación de urea foliar, en plantas de corte logradas a partir de esquejes y plántulas de laboratorio

En los resultados expuestos en la tabla III se observa que a la aplicación de urea foliar a los 8 días después de la plantación, correspondieron los valores medio más altos del número de esquejes producidos durante los tres cortes y la mayor acumulación de masa seca en cada corte, presentando valores significativamente superiores a los de los tratamientos testigo y testigo de producción.

Los estudios realizados con plántulas de laboratorio tuvieron un comportamiento similar al anterior (Tabla IV), lo que indica que la urea foliar aplicada a los 8 días después de la plantación y 8 días posteriores a cada corte, incrementa el número de esquejes por planta y la masa seca acumulada por los esquejes, en relación con los tratamientos no fertilizados en plantas madres producidas a partir de esquejes o plantas de laboratorio.

En relación con la aplicación de urea foliar, Bryan, Jackson y Meléndez (1981) recomendaron su aplicación a plantas de corte después de enraizadas y 3 días después de cada corte, para estimular el crecimiento vegetativo y la aparición de nuevos brotes.

3– Estudio de la aplicación de dosis crecientes de P_2O_5 sobre la calidad y cantidad de esquejes cortados a plantas madres provenientes de esquejes y plántulas de laboratorio

En los resultados que se muestran en la tabla V se observa que al tratamiento fertilizado con dosis equivalentes a 80 kg de P_2O_5 por hectárea, correspondieron los mayores valores medio del número de esquejes producidos por las plantas madres durante los tres cortes; la masa seca de estos esquejes también estuvo favorecida por este tratamiento, mientras que las dosis más elevadas de este elemento produjeron un efecto depresivo.

Se comprobó que la fertilización fosfórica con dosis equivalentes a 80 kg de P_2O_5 por hectárea elevó el número de esquejes y la masa seca acumulada por estos en relación con los tratamientos testigos (P_0) y testigo de producción (sin urea y sin fósforo).

Los estudios realizados con plantas madres logradas a partir de plántulas de laboratorio mostraron un comportamiento similar (Tabla VI).

Por el papel del fósforo en la estimulación y emisión de raíces, Dodds, Silva–Rodríguez y Bryan (1986) también recomendaron el uso de fertilizantes de alta gradación en fósforo, para transferir a sustrato plántulas provenientes de cultivo *in vitro*.

4– Estudio de la aplicación de dosis crecientes de P_2O_5 en el crecimiento vegetativo de las plantas cultivadas en motas prensadas

En estos estudios se observó que la altura de la planta se comportó de manera estable al aumentar la dosis de P_2O_5, mientras que la acumulación de masa

Tabla III. Efectos de la aplicación de urea foliar en la cantidad y calidad de los esquejes logrados a partir de esquejes. (Experimento 3)

Tratamiento urea foliar 1 %	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte		Número esquejes/ planta (3 cortes)
	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	
8 ddp*	20 a	1	47 a	1.9 a	47 a	2.8 a	5.0 a
10 ddp	17 b	1	44 a	1.1 b	40 b	2.0 b	4.1 c
12 ddp	16 b	1	35 b	1.4 ab	21 cb	2.1 b	4.5 b
14 ddp	14 bc	1	41 a	1.6 ab	19 cd	1.9 bc	4.5 b
Testigo	16 b	1	30 bc	1.3 b	23 c	1.7 cd	4.2 c
Testigo de producción	11 c	1	26 c	1.2 b	17 d	1.5 d	3.8 d
E.S $\bar{x}$	1.04 ***	–	1.82 ***	0.15 *	1.66 ***	0.08 ***	0.09 ***

Testigo 100 kg P_2O_5 y sin urea
Testigo de producción sin urea y sin P_2O_5
ddp* días después de la plantación
Medias con letras comunes no difieren significativamente, según prueba de rango múltiple de Duncan, para $p < 0.05$

Tabla IV. Efectos de la aplicación de urea foliar en la cantidad y calidad de los esquejes logrados a partir de plántulas. (Experimento 4)

Tratamiento urea foliar 1 %	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte		Número esquejes/ planta (3 cortes)
	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	
Testigo de producción	17 c	1	20 d	1.2 c	33 d	1.6 c	3.9 c
8 ddp *	38 a	1	54 a	1.8 a	48 a	2.2 a	5.0 a
10 ddp	24 b	1	33 bc	1.5 b	44 b	1.9 b	4.5 b
12 ddp	25 b	1	35 b	1.4 bc	38 c	1.9 b	4.4 b
14 ddp	19 c	1	26 cd	1.3 bc	36 cd	1.9 b	4.3 b
Testigo	21 bc	1	32 bc	1.3 bc	39 c	1.8 bc	4.1 bc
E.S. $\bar{x}$	1 .36***	–	2.05***	0.07***	1.48***	0.07***	0.111***

Testigo de producción sin urea y sin P_2O_5
Testigo 100 kg P_2O_5/ha y sin urea
ddp días después de la plantación
Medias con letras en común no difieren significativamente, según prueba de rango múltiple de Duncan, para $p < 0.05$

seca fue mayor, al aumentar las dosis hasta las máximas probadas (120 y 140 kg de P_2O_5) (Tabla VII). Se comprobó que la fertilización fosfórica con 120 y 140 kg de P_2O_5 por hectárea aproximadamente duplicaron la masa seca acumulada por la planta.

Estos resultados están en correspondencia con los de Laughlin, Murtini y Smith (1974), quienes comprobaron que niveles crecientes de fósforo incrementaron el vigor de la planta; por otra parte, Wiersema, Cabello-Tovar y Dodds (1987) observaron que el fósforo, como fertilizante aplicado a las plántulas, estimuló el crecimiento temprano de estas.

CONCLUSIONES

Son válidas para condiciones semejantes a las estudiadas, en cuanto a la composición del sustrato.

- Tanto las plantas de corte como las cultivadas en motas prensadas en fase de aislador, responden positivamente a la aplicación de fertilizante nitrogenado y fosfórico.
- La fertilización potásica influyó negativamente en el crecimiento vegetativo de las plantas cultivadas en motas prensadas y no influyó en las plantas madres.

Tabla V. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de P_2O_5 sobre la calidad y cantidad de los esquejes de cortes logrados a partir de esquejes. (Experimento 5)

Tratamientos dosis P_2O_5 ($kg.ha^{-1}$)	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte		Número esquejes/ planta (3 cortes)
	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	
Testigo de producción	15 c	1	24 c	1.4 d	43 c	1.5 d	3.9 d
0	26 b	1	32 b	1.4 cd	52 ab	1.4 d	3.9 d
80	32 a	1	47 a	2.1 a	55 a	3.0 a	6.1 a
160	24 b	1	49 a	1.7 bc	50 b	2.7 b	5.4 b
240	9 d	1	42 a	1.7 b	39 c	2.4 c	5.2 bc
320	11 d	1	32 b	1.6 bcd	33 d	2.5 c	5.1 c
E.S. $\bar{x}$	1.26 ***	–	2.21 ***	0.07 ***	1.42 ***	0.04 ***	0.10 ***

Testigo de producción sin urea y sin P_2O_5
Medias con letras en común no difieren significativamente, según prueba de rango múltiple de Duncan, para $p < 0.05$

Tabla VI Efecto de la aplicación de dosis crecientes de P_2O_5 sobre la calidad y cantidad de los esquejes y plantas de cortes logrados a partir de plántulas (Experimento 6)

Tratamientos dosis P_2O_5 ($kg.ha^{-1}$)	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte		Número esquejes/ planta (3 cortes)
	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	Masa seca (mg/planta)	Número esquejes/ planta	
Testigo de producción	19 d	1	28 d	1.3 c	33 cd	1.6 b	4.0 d
0	30 c	1	41 c	1.8 b	38 bc	2.3 a	5.2 c
80	44 a	1	60 a	2.1 a	49 a	2.5 a	5.7 a
160	37 b	1	49 b	2.0 ab	41 b	2.5 a	5.5 ab
240	39 b	1	41 c	2.0 ab	34 cd	2.4 a	5.4 abc
320	35 bc	1	37 c	1.9 ab	32 d	2.3 a	5.2 bc
E.S. $\bar{x}$	1.73 ***		2.02***	0.08***	1.90 ***	0.10 ***	0.10 ***

Testigo de producción sin urea y sin P_2O_5
Medias con letras en común no difieren significativamente, según prueba de rango múltiple de Duncan, para $p < 0.05$

La fertilización nitrogenada, en forma de urea foliar al 1 %, aplicada a los 8 días después de la plantación y 8 días posteriores a cada corte, incrementa el número y el vigor de los esquejes por planta.

- Para plantas de corte, la dosis equivalente a 80 kg de P_2O_5 ha^{-1} incrementó el número de esquejes por planta y el vigor de estos, mientras que la aplicación de dosis equivalentes a 120 kg de P_2O_5 ha^{-1}, en las plantas logradas en motas prensadas, garantizaron un adecuado crecimiento vegetativo.

RECOMENDACIONES

- Aplicar urea foliar al 1 % (30 kg por ha) a los 8 días después de la plantación y 8 días posteriores a cada corte.

  Hacer aplicaciones equivalentes a 80 y 120 kg de P_2O_5 ha^{-1}, en forma de superfosfato sencillo, en el momento de la preparación del sustrato a plantas de corte y plantas cultivadas en motas prensadas respectivamente.

- No aplicar fertilizante potásico en la fase de aislador.

Tabla VII. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de P_2O_5 en el crecimiento vegetativo de las plantas cultivadas en motas prensadas. (Experimento 7)

Tratamiento kg de P_2O_5/ha	Altura de la planta (cm)	Masa seca (mg/planta)
0	10.4	26 d
20	11.2	33 c
40	10.8	33 c
60	10.7	36 c
80	10.6	34 c
100	10.8	44 b
120	10.9	49 ab
140	11.8	55 a
E.S. $\bar{x}$	0.5 NS	2.1 ***

Medias con letras en común no difieren significativamente, según prueba de rango múltiple de Duncan, para $p < 0.05$

BIBLIOGRAFIA

Bryan, E. J., T. M. Jackson y N. Meléndez. Esquejes de tallos juveniles: una técnica de multiplicación rápida de papa. **CIP I** (Lima)3, 1981.

Devlin, R. M. Fisiología Vegetal. / R. M. Devlin.— Barcelona : Omega, 1975.

Dodds, J. R.; D. Silva-Rodríguez y J. E. Bryan. Transporte, recepción y propagación de plántulas de papa *in vitro*. **CIP** (Lima)5, 1986.

Laughlin, W, M.; P. P. Murtini y E. R. Smith. Aid and phosphorus influence on Kennebec potato yields and chemical composition. **Agronomy Potato Journal** (Wageningen)51(12):393-402, 1974.

Tovar, E. R. [*et al.*]. Inducción y utilización de tubérculos *in vitro* de papa. **CIP Circular** (Lima)10(4):1-15, 1985.

Wiersema, R.; P. Cabello-Tovar y J. H. Dodds. Rapid seed multiplication by the beds microtubers *in vitro* plant. **Potato Research (Wageningen)30(1):117-120, 1987.**

Recibido: 12 de febrero de 1990
Aceptado: 6 de julio de 1990